

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3404172 A1**

⑥ Int. Cl. 4:
F01C 3/00

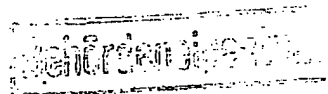
⑳ Aktenzeichen: P 34 04 172.9
㉑ Anmeldetag: 7. 2. 84
㉒ Offenlegungstag: 8. 8. 85

DE 3404172 A1

㉓ Anmelder:
Böwer, Josef, 4553 Neuenkirchen, DE

㉔ Vertreter:
Busse, V., Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr.jur.; Busse, D.,
Dipl.-Ing.; Bünnemann, E., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 4500
Osnabrück

㉕ Erfinder:
gleich Anmelder



⑤4 **Rotationskolbenmaschine**

Eine Rotationskolbenmaschine schafft die bei Pumpen und Motoren erforderlichen variierenden Arbeitskammern in einem System konzentrisch begrenzter Arbeitskammern und direkter Verbindung des Rotationskolbens zu einer Welle dadurch, daß eine zur Rotationsachse schräggestellte Gleitfläche beim Umlauf Volumenänderungen der Kammern bewirkt. Dabei entstehen zwei im Gegentakt zueinander arbeitende Kammern, die sowohl für Pumpen wie auch für Motoren vorteilhaft einzusetzen sind.

DE 3404172 A1

07 00

Busse & Busse
Patentanwälte

Josef Böwer
Alte Poststraße 15
4553 Neuenkirchen

3404172

Dipl.-Ing. Dr. iur. V. Busse
Dipl.-Ing. Dietrich Busse
Dipl.-Ing. Egon Bünemann

D-4 5 0 0 O s n a b r ü c k
Großhandelsring 6 · Postfach 1226
Fernsprecher (05 41) 58 60 81 u. 58 60 82
Telegramme: patgewar osnabrück

6. Februar 1984

EB/Ki

Patentansprüche:

1. Rotationskolbenmaschine mit einem Gehäuse und einem darin um eine Rotationsachse drehbeweglich gelagerten Kolben sowie zumindest einer bis auf absperrbare Einlaß- und Auslaßöffnungen geschlossenen Arbeitskammer zwischen
5 Gehäuse und Kolben, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (2,26,48) und das Gehäuse (4,17,25,38,46) bereichsweise mit zur Rotationsachse (1,27,49) rotationssymmetrischen Umfangsflächen (3,5,18) aneinanderliegen, wobei die rotations-
10 symmetrische Innenfläche des Gehäuses nur zum Teil durch die zugehörige Mantelfläche des Kolbens abgedeckt ist und im übrigen zwei Arbeitskammern (10,11,20,21,31,32) zwischen Kolben und Gehäuse umschließt, die nach innen einerseits durch eine gemeinsame schräge Gleitfläche (6,28,47) und
15 Teilerkörpers (7,29,39,48) begrenzt werden, der an der Gleitfläche zumindest längs einer diametralen Teilerlinie dichtend anliegt.
2. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch ge-
20 kennzeichnet, daß die Gleitfläche (6,28,47) rotations- symmetrisch zu einer mittigen Flächennormale (28') ist, die einen spitzen Anstellwinkel (36) zur Rotationsachse bildet.
3. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 2, dadurch ge-
25 kennzeichnet, daß die Gleitfläche (6,28,47) eben ist.
4. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1

bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Teilerkörper (7) die Form einer im wesentlichen von parallelen Wandungen begrenzten Teilerscheibe hat.

- 5 5. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Teilerkörper (29,39,48) die Form eines Kugelkeils hat.
- 10 6. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 5 in Verbindung mit Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Keilwinkel (37) des Kugelkeils (29) nicht größer als der doppelte Anstellwinkel (36) ist.
- 15 7. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Gleitfläche (6,28) eine schräge Stirnfläche des Kolbens (2,26) ist und daß der Teilerkörper (7,29,39) zumindest bezüglich einer zur Rotationsachse (1,27) des Kolbens quer gerichteten Achse (22,35) schwenkbeweglich ist.
- 20 8. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 7 in Verbindung mit Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Teilerkörper (7) in einem parallelwandigen Spalt (8,23) des Gehäuses gelagert ist.
- 25 9. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Teilerkörper (29,39) innerhalb eines hohlkugelig ausgestalteten Gehäuses (25,38) gelagert ist.
- 30 10. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 9 in Verbindung mit Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Teilerkörper (29) durch lediglich innerhalb des Gehäuses liegende Führungen (33,34) gelagert ist.
- 35 11. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (2,26) direkt und starr mit einer Welle (16,30) verbunden ist.

3404172

3

07.02.04

- ~~IX~~ -

12. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (48) gleichzeitig den Teilerkörper bildet und die Gleitfläche (47) in dem Gehäuse (46) ausgebildet ist.

5

13. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Teilerkörper (48) über ein Schwenklager (52) mit einer Welle (50) verbunden ist.

3404172

4

Busse & Busse
Patentanwälte

Josef Böwer

Alte Poststraße 15

4553 Neuenkirchen

Dipl.-Ing. Dr. iur. V. Busse
Dipl.-Ing. Dietrich Busse
Dipl.-Ing. Egon Bünemann

D-4500 Osnabrück
Großhandelsring 6 Postfach 1226
Fernsprecher (05 41) 58 60 81 u. 58 60 82
Telegramme: patgewar osnabrück

6. Februar 1984

EB/Ki

Rotationskolbenmaschine

Die Erfindung betrifft eine Rotationskolbenmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Es gibt eine Vielzahl von Rotationskolbenmaschinen, die insbesondere am Umfang eines Rotationskolbens Arbeitskammern ausbilden. Hierzu ist regelmäßig das komplizierte Zusammenwirken mehrerer bewegter Teile und/oder eine torkelnde Bewegung des Rotationskolbens vorauszusetzen, die allgemein zu un stetigen und damit verlustbehafteten Bewegungen, zu aufwendigen Getrieben und heiklen Dichtungen führen.

Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, einen möglichst einfachen, robusten, dabei aber verlust- und schwingungsarm laufenden Rotationskolbenmotor zu schaffen. Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Die so geschaffene Rotationskolbenmaschine verwirklicht das Grundkonzept eines um eine feststehende Achse in einem konzentrischen Raum umlaufenden Kolbens, wobei die Arbeitskammer mit einem variierenden Volumen nicht umfangsseitig zum Kolben, sondern stirnseitig im Wechselspiel zwischen einer schrägen Gleitfläche und einem Teilerkörper gebildet ist.

Dabei entstehen Doppelkammern, die zeitlich versetzt arbeiten

und die dabei sowohl für einen "auf Lücke" gesetzten Pumpenbetrieb wie auch für einen Motorbetrieb vorteilhaft sind.

Selbst für einen nach dem Viertakt-Prinzip arbeitenden
5 Motor lassen sich schon mit zwei derartigen Maschinen gleichmäßige Zündfolgen, d.h. eine Zündung je Halbdrehung erzielen. Solche Doppelanordnungen ließen sich sogar auf einer gemeinsamen Welle bauen.

10 Insbesondere wird hier ein einfaches und robustes sowie weitestgehend schwingungsfreies Konzept zur Umsetzung der Drehbewegung einer Welle in einen pumpenden Arbeitsraum bzw. zur Umsetzung der komprimierenden und expandierenden Bewegung eines Arbeitsraums in die Drehung einer Welle er-
15 möglicht, wobei auf exzentrische Kolbenbewegungen und zwischengeschaltete Getriebe verzichtet werden kann.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung, in
20 der mehrere Ausführungsbeispiele des Gegenstands der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert sind. In der Zeichnung zeigen in jeweils stark schematisierter Form

- | | | |
|----|--------------------|---|
| 25 | Fig. 1,
2,3 u.4 | schnittbildliche Seitenansicht einer ersten Ausführungsform in verschiedenen Rotationsstellungen, |
| | Fig. 5 | Seitenansicht einer abgewandelten zweiten Ausführungsform, |
| | Fig. 6 | Schnitt nach Linie VI-VI in Fig. 5, |
| | Fig. 7 | schnittbildliche Seitenansicht einer dritten Ausführungsform, |
| 30 | Fig. 8 | Schnitt nach Linie VIII-VIII in Fig. 7, |
| | Fig. 9 | schnittbildliche Seitenansicht einer vierten Ausführungsform, |
| | Fig. 10 | Schnitt nach Linie X-X in Fig. 9, |
| 35 | Fig. 11 | schnittbildliche Seitenansicht einer fünften Ausführungsform und |
| | Fig. 12 | Schnitt nach Linie XII-XII in Fig. 11. |

In den Fig. 1 bis 4 ist ein um eine Rotationsachse 1 drehbeweglicher Kolben 2 mit einer kreiszylindrischen Mantelfläche 3 in einem kreiszylindrischen Gehäuse 4 angeordnet. Die Mantelfläche 3 des Kolbens und eine dem Kolben umfangs-

5 seitig gegenüberliegende kreiszylindrische Innenfläche 5 des Gehäuses 4 sind konzentrisch zur Rotationsachse ausgebildet und weisen zwischeneinander ein minimales, lediglich die Drehbewegung des Kolbens innerhalb des Gehäuses 4 ermöglichendes Spiel auf.

10

Damit dichtet der Kolben 2 das Gehäuse 4 nach unten hin ab. Nach oben hin weist der Kolben 3 eine zur Rotationsachse schrägstehende Gleitfläche 6 auf, auf der ein scheibenförmiger Teilerkörper 7 längs einer durch eine Unterkante des Teiler-

15 körpers bestimmten, diametral über die Gleitfläche 6 (durch die Rotationsachse 1 hindurch) verlaufenden Teilerlinie aufliegt und randseitig sowie oberseitig in einem Schlitz 8 des Gehäuses mit minimalem Spiel, d.h. dicht aber noch beweglich geführt ist.

20

Der Teilerkörper 7 scheidet den Raum oberhalb der Gleitfläche, 6, innerhalb des zylindrischen Innenmantels 5 des Gehäuses 4 und unterhalb einer dazu quer verlaufenden, oberseitig das Gehäuse abschließenden Stirnwand 9 in zwei Arbeitskammern

25 10, 11. Diese Arbeitskammern sind nach außen hin bis auf Einlaßöffnungen 12 bzw. 13 und Auslaßöffnungen 14 bzw. 15 geschlossen, wobei die Einlaß- und Auslaßöffnungen in bekannter Weise mit Ventilen versehen sein können, etwa mit Tellerventilen wie bei Hubkolbenmotoren. Es können aber ins-

30 besondere für andere Zwecke, beispielsweise für den Betrieb der Rotationskolbenmaschine als Flüssigkeitspumpe, auch Rückschlagventile an Einlaß- und Auslaßöffnungen verwendet werden. Desgleichen sind Ventile nach Art von Steuerschlitzen einsetzbar.

35

Die Fig. 2 bis 4 zeigen den Kolben jeweils um eine Vierteldrehung weiterbewegt, wobei die in Fig. 1 gegenüber der Arbeitskammer 11 größere Arbeitskammer gegenläufig zur

Kammer 11 zunächst auf gleiche Größe (Fig. 2) und dann auf eine gegenüber der Fig. 1 mit der Kammer 11 vertauschte Größe verengt wird, um sich dann wieder zu vergrößern. Der Gleichstand ist bei einer Dreivierteldrehung gemäß Fig. 4 erreicht und daran anschließend ist wieder die Stellung nach Fig. 1 zu betrachten.

Jede der beiden Kammern 10,11 erfährt im Zuge eines Umlaufs des Kolbens eine Aufweitung und wieder eine Verengung bzw. - hinsichtlich eines Gasvolumens - eine Expansion und eine Kompression. Die Maschine ist somit prinzipiell geeignet, als Pumpe wie auch als Motor zu dienen, wobei der Drehkolben weder eine hin- und hergehende Bewegung, noch eine torkelnde Drehbewegung, sondern eine reine Rotationsbewegung ausführt. Die einer Pumpe zuzuführende bzw. einem Motor abzunehmende mechanische Leistung geht direkt zum Kolben 2 in eine starr mit diesem verbundene Welle 16 (oder umgekehrt) über.

Die in den Fig. 1 bis 4 dargestellte Ausführungsform ist insbesondere als Grundform zur Veranschaulichung der Maschinenfunktion geeignet. Eine ohne weiteres erkennbare Unzulänglichkeit im Hinblick auf einen etwaigen Betrieb der Maschine als Explosionsmotor liegt darin, daß die Arbeitskammern eine relativ zur größten Ausdehnung nur begrenzte Verengung erreichen können und mithin ein Gasvolumen nur unzureichend zu komprimieren vermögen. Abhilfe in dieser Hinsicht kann schon mit einer Ausführungsform nach den Fig. 5 und 6 geschaffen werden, die den gleichen (und damit auch mit gleichen Bezugszeichen versehenen) Kolben 2 aus den Fig. 1 bis 4 und auch den gleichen Teilerkörper 7 verwenden. Die Abwandlung dieser Ausführungsform liegt in einem Gehäuse 17, welches zwar auch wieder einen zylindrischen Innenmantel 18 besitzt, oberseitig aber einen trichterförmig eingezogenen Gehäusekopf 19 besitzt. Damit schmiegt sich die Trichterform in der Mitte eng an die Gleitfläche 6 an. Es entsteht damit periodisch eine maximal aufgeweitete Arbeitskammer 20 und eine maximal verengte Arbeitskammer 21, bei der lediglich neben den weiter außen liegenden Bereichen des Teilerkörpers 7

noch Zwickelräume freibleiben, die die Kompression begrenzen.

Aus Fig. 6 wird auch die Bewegung des Teilerkörpers 7 ersichtlich. Dieser schwenkt beim Umlauf des Kolbens 2 um eine Achse 22, die quer durch die Rotationsachse 1 in deren Durchstoßpunkt durch die Gleitfläche 6 verläuft. Die Führung des Teilerkörpers 7 in einem Schlitz 23 längs einer Axialebene durch die Rotationsachse 1 gibt für diese Pendelbewegung in beiden Richtungen eines Doppelpfeils 24 Raum.

In den Fig. 5 und 6 wie auch in den nachfolgend beschriebenen Figuren finden in dem Rahmen der Veranschaulichung nicht nur die Zwischenspalte zwischen den gegeneinander beweglichen Teilen eine grobe Verbreiterung, es sind auch die Einlaß- und Auslaßöffnungen zu den Arbeitskammern fortgelassen, zumal diese grundsätzlich an verschiedenen Bereichen der Wandung liegen können und, wie schon gesagt, mit den verschiedensten bekannten Ausführungen verwirklicht sein können.

In Fig. 7 und 8 ist eine Ausführungsform dargestellt, die mit einem hohlkugeligen Gehäuse 25, einem halbkugeligen Kolben 26 mit zu einer Rotationsachse 27 schrägstehender Gleitfläche 28 und einem Teilerkörper 29 in Form eines Kugelkeils sowohl in Anpassung der gegeneinander bewegten Flächen an die Rotationsbewegung des Kolbens wie auch die Pendelbewegung des Teilerkörpers liefert. Das Gehäuse ist dabei ringsum weitestgehend geschlossen, so daß lediglich eine mit dem Kolben 26 starr verbundene Antriebswelle 30 und die nicht dargestellten Einlaß- und Auslaßöffnungen nach außen führen. Weiterhin werden Schmiermittelzuführungen, evtl. Zündkerzen, Meßmittel u.dgl. in Betracht kommen, in jedem Fall aber ergibt sich ein gut kontrollierbarer Gehäuseabschluß.

Mit der Form des Kugelkeils läßt sich der Teilerkörper 29 praktisch vollkommen an die Gleitebene 28 (in der in Fig. 7 gezeigten Stellung) anschmiegen, so daß eine beliebig hohe

3404172

9
- 8 -

Kompression erzielbar ist. Die zwischen dem Kugelkeil 29 und dem Kolben 26 verbleibende Arbeitskammer 31 ist nur noch ein enger Spalt und damit ein beliebig kleiner Teil des Kammervolumens der gegenüberliegenden Kammer 32, die
5 gleichfalls die Form eines Kugelkeils ähnlich einer "Apfelsinenscheibe" hat.

Selbst eine Führung für die Pendelbewegung des Teilerkörpers 29 ist innerhalb der Hohlkugel mit einem Führungsschlitz 33
10 im Gehäuse und einer Führungsnase 34 längs des Scheitels des Teilerkörpers 29 erstellbar. Wenn der Kolben 26 um die Achse 27 dreht, führt der Teilerkörper 29 eine Pendelbewegung um eine quer zur Rotationsachse 27 verlaufende Pendelachse 35 aus. Diese Achse 35 markiert auch in der Stellung
15 nach Fig. 7 einen Anstellwinkel 36 der Gleitfläche, welcher gleichzeitig auch einen Keilwinkel 37 des Teilerkörpers 29 in der Weise begrenzt, daß der Keilwinkel 37 näherungsweise gleich dem Anstellwinkel 36 seinkann, jedenfalls aber nicht größer sein darf. Der Anstellwinkel 36 ist insbesondere der
20 Winkel zwischen der Mittelsenkrechten der Gleitfläche 28 (Flächennormale 28') und der Rotationsachse 27.

Eine weitere Ausführungsform nach den Fig. 9 und 10 unterscheidet sich von der nach den Fig. 7 und 8 lediglich da-
25 durch, daß die Führung des Teilerkörpers nach außen verlegt ist.

Der Kolben 26 und die Welle 30 entsprechen denen gemäß Fig. 7,8 und sind dementsprechend auch mit gleichen Bezugs-
30 zeichen versehen. Ein hohlkugeliges Gehäuse 38 umschließt den Kolben 26 und einen wiederum in Form eines Kugelkeils (Apfelsinenscheibe) ausgebildeten Teilerkörper 39, läßt allerdings an dessen Scheitel einen nach außen durchgehenden Schlitz 40 frei, durch den hindurch eine Strebe 41 zu einem
35 Bügel 42 führt, welcher beidseits um das Gehäuse 38 herum zu Achszapfen 43,44 verläuft, auf denen er drehbeweglich - z.B. mit je einem Wälzlager - gelagert ist und die koaxial zu einer Pendelachse 45 angeordnet sind (die der Pendel-

achse 35 in Fig. 7 entspricht).

Eine weitere verblüffende Vereinfachung der Anordnung läßt sich mit einer Funktionsvertauschung in einer Rotations-
5 kolbenmaschine gemäß Fig. 11 und 12 erzielen. Hier ist ein Gehäuse 46 nur noch zum Zwecke der anschaulichen Gegenüber-
stellung zu den Ausführungsformen nach den Fig. 7 bis 10 kugelig dargestellt. Ausgenutzt wird lediglich ein halb-
kugeliger Innenraum im Gehäuse 46, der durch eine dia-
10 metrale Schnittfläche begrenzt ist, welche eine Gleit-
fläche 47 bildet. Die Gleitfläche 47 ist somit eine Innenfläche des Gehäuses 46. Ein darin bewegliches Teil in Form eines Kugelkeils bildet nicht nur einen Teilerkörper, sondern auch einen Kolben 48, der um eine Rotationsachse 49
15 nicht nur zusammen mit einer zur Rotationsachse 49 konzentrischen Welle 50 eine Drehbewegung ausführt, sondern dabei auch gegenüber der Welle 50 um eine Querachse 51 pendelt. Mit Rücksicht auf diese Pendelbewegung endet die Welle 50 in einem Lagerstempel 52, welcher zur Querachse 51
20 konzentrische Gleitflächen gegenüber dem Kolben 48 besitzt, bezüglich der Rotationsachse 50 aber eine drehsichere Verbindung schafft.

Die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen sind nicht
25 nur wegen ihres getriebefreien Aufbaus und des schwingungs- freien Laufs des Rotationskolbens überaus interessant und vorteilhaft, sie lassen sich ersichtlich auch von sehr einfachen Grundformen ausgehend erstellen. Dabei sind Ab-
wandlungen ersichtlich beispielsweise auch in Form einer
30 kleineren Kugel um den Kreuzungspunkt von Rotationsachse und Pendelachse möglich, die entweder der Gleitfläche oder dem Teilerkörper für Lagerungskonstruktionen zugeschlagen werden kann und die Funktion der Maschine nicht beein-
trächtigt. In jedem Fall muß schon im Hinblick auf die Dreh-
35 bewegung des Kolbens vorausgesetzt werden, daß die Gleit-
fläche zu einer Mittelachse (Flächennormale) rotations-
symmetrisch ist.

3404172

07-02-84

11
- 8 -

- Für einen gleichmäßigen Betrieb ist regelmäßig auch das Doppelkammerprinzip vorteilhaft. So würde bei einem Betrieb dieser Rotationskolbenmaschine als Pumpe eine Kammer im Gegentakt zur anderen arbeiten. Für einen im Viertakt-
- 5 Betrieb laufenden Motor würde ein Arbeitszyklus aus zwei vollen Umdrehungen des Drehkolbens gebildet, wobei die Arbeitshübe der beiden Kammern einer der beschriebenen Maschine um eine Halbdrehung gegeneinander versetzt anfielen. Eine gleichmäßig verteilte Zünd- und Arbeitshub-
- 10 folge würde schon mit zwei Maschinen des vorgeschriebenen Grundtyps zu erzielen sein, die beispielsweise direkt über eine gemeinsame Welle miteinander verbunden sind.

- 12 -
- Leerseite -

Nachgracht

3404172

- 15 -

Nummer:

Int. Cl.³:

Anmeldetag:

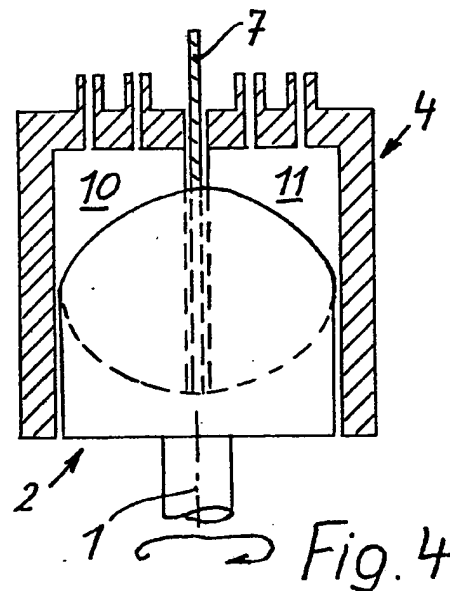
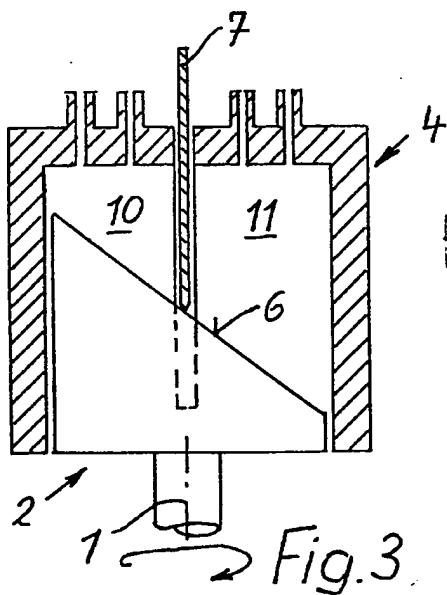
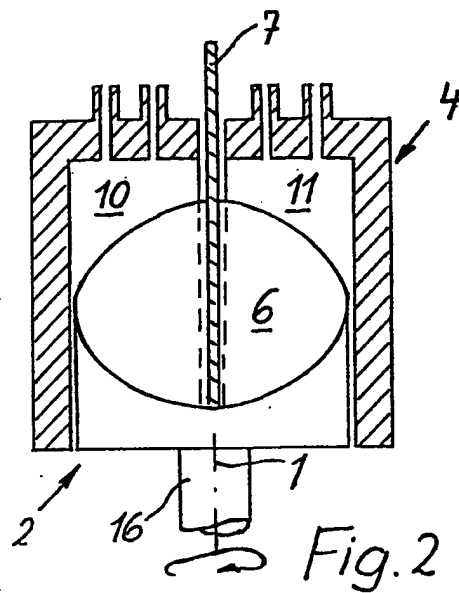
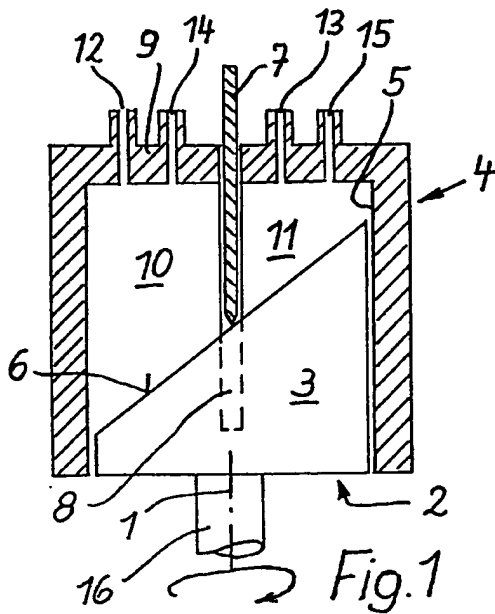
Offenlegungstag:

34 04 172

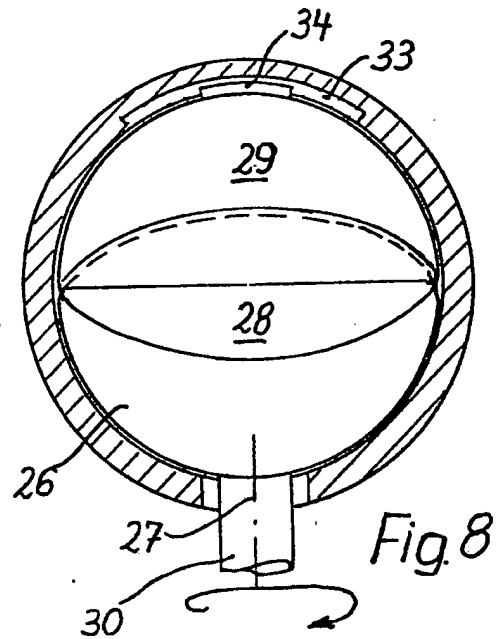
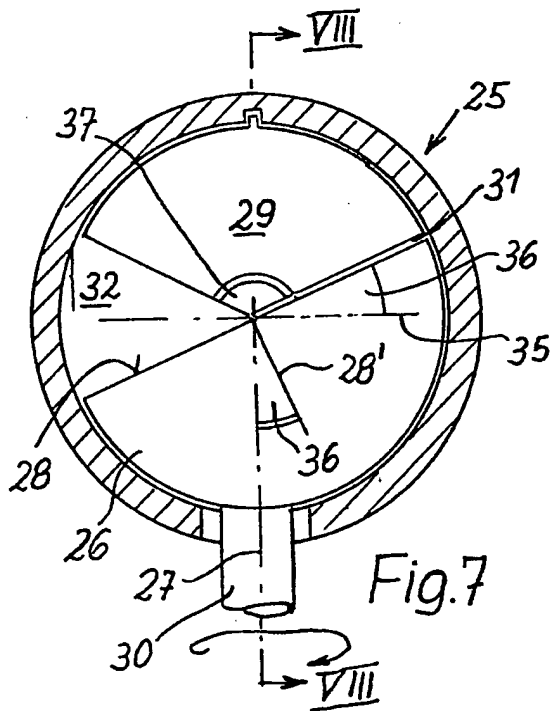
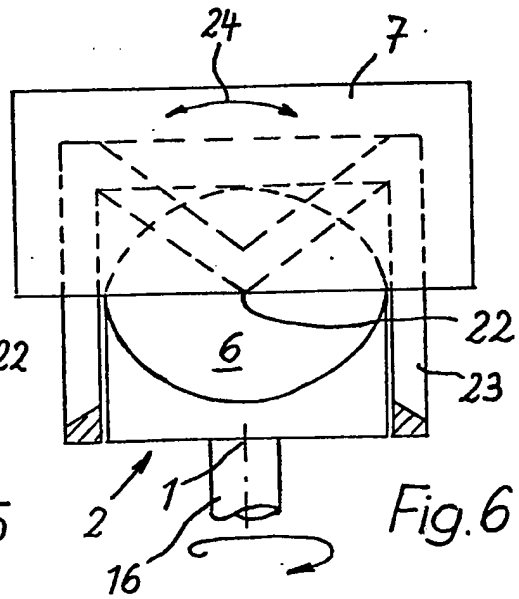
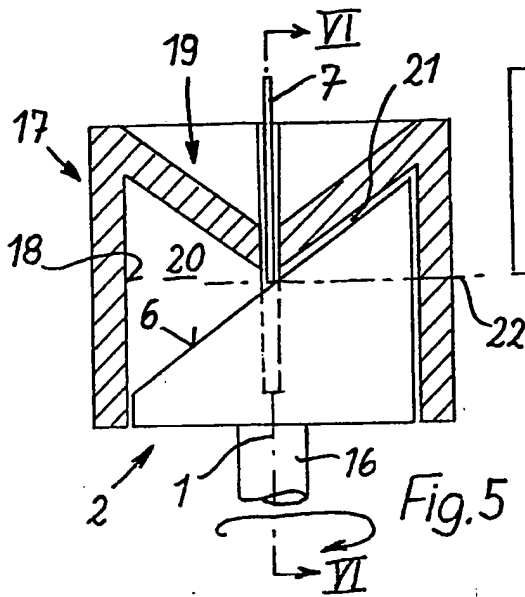
F 01 C 3/00

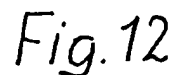
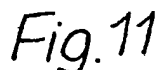
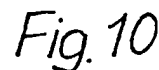
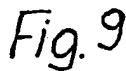
7. Februar 1984

8. August 1985



PATENTANWÄLTE
Dr. V. Busse · Dipl.-Ing. D. Busse
Dipl.-Ing. E. Bünemann





PUB-NO: DE003404172A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 3404172 A1

TITLE: Rotary engine

PUBN-DATE: August 8, 1985

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
BOEWER, JOSEF	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
BOEWER JOSEF	N/A

APPL-NO: DE03404172

APPL-DATE: February 7, 1984

PRIORITY-DATA: DE03404172A (February 7, 1984)

INT-CL (IPC): F01C003/00

EUR-CL (EPC): F01C001/356 ; F01C003/06

US-CL-CURRENT: **418/195**, 418/229

ABSTRACT:

CHG DATE = 19990617 STATUS = O > A rotary engine creates the varying working chambers necessary in pumps and engines in a system of concentrically defined working chambers and direct connection of the rotary piston to a shaft in that as it rotates a sliding surface set at an angle to the axis of rotation produces changes in the volume of the chambers. This results in two chambers working in opposing cycles which can be advantageously used both for pumps and

for engines.